№ 10. Warszawa, 25 października 1932 r. Rok X.

TECHNIKA CIEPLNA

Czasopismo Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie

OFICJALNY ORGAN POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO DLA SPRAW KOTŁOWYCH

REDAKTOR: Inż. techn. JAN KOMARNICKI

Wydawca: Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.

REDAKCJA I ADMINISTRACJA: WARSZAWA, PIĘKNA 32, m. 12. TEL. 8-81-47.

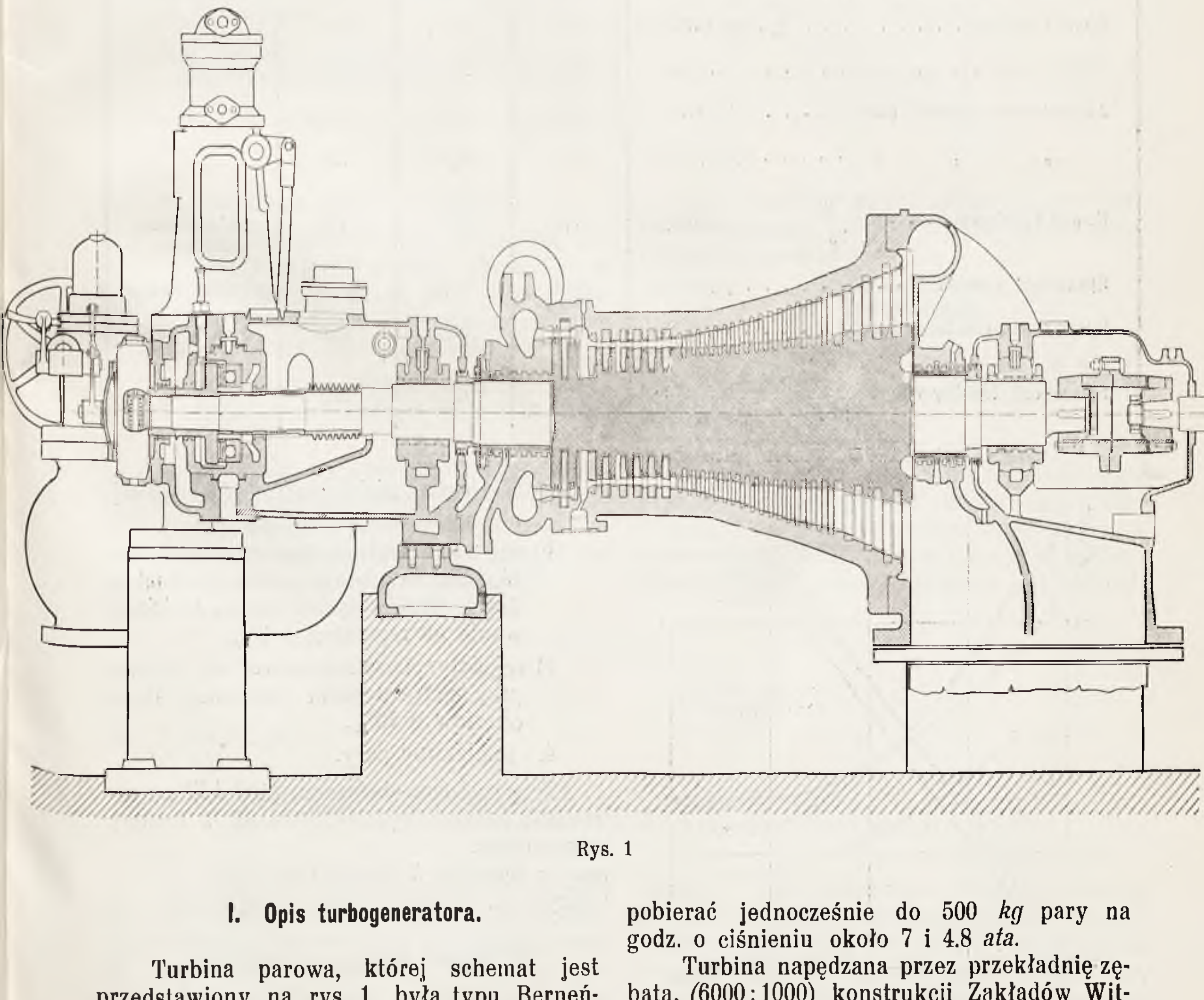
GODZINY BIUROWE: REDAKCJI—PIĄTKI, OD 18 DO 20, ADMINISTRACJI—CODZIENNIE, OD 10 DO 15.

Inż. WŁ. ROKITOWSKI.

ODBIÓR GWARANCYJNY TURBINY PAROWEJ

W lutym 1930 r. został przeprowadzony, przez Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie, odbiór turbiny parowej, ustawionej w jednej z odlewni w Małopolsce zachodniej. 750, *obr/min.* 6000, ciśn. dol. pary 15 *ata*, temperatura pary 325° *C*.

Cylinder turbiny posiada dwa króćce, przez które przy pełnem obciążeniu można



Rys. 1

pobierać jednocześnie do 500 *kg* pary na godz. o ciśnieniu około 7 i 4.8 *ata*.

Turbina napędzana przez przekładnię zębatą, (6000 : 1000) konstrukcji Zakładów Witkowickich, generator prądu trójfazowego fir-

I. Opis turbogeneratora.

Turbina parowa, której schemat jest przedstawiony na rys. 1., była typu Berneńskiego, rok budowy 1929, Nr. 769, moc *KMe*

my Österreichische Siemens-Schuckert Werke, Nr. 185019, o mocy nominalnej 715 *kVA* (cos $\varphi = 0.7$) 250 *V*, 50 *okr/sek*, 1000 *obr/min*.

II. Przyrządy pomiarowe i sposób mierzenia.

1. Pomiar mocy wykonano metodą dwóch dokładnych watomierzy.

2. Zużycie pary, przez ważenie kondensatu z jednoczesną kontrolą zapomocą dyszy.

3. Obroty badano tachometrem.

4. Temperatury, dokładnemi termometrami rtęciowemi.

5. Próżnię, bezwzględnym próżnomierzem rtęciowym.

6. Ciśnienie, manometrem kontrolnym.

III. Gwarancje udzielone przez dostawcę.

1. Moc turbiny, względnie agregatu ma wynosić:

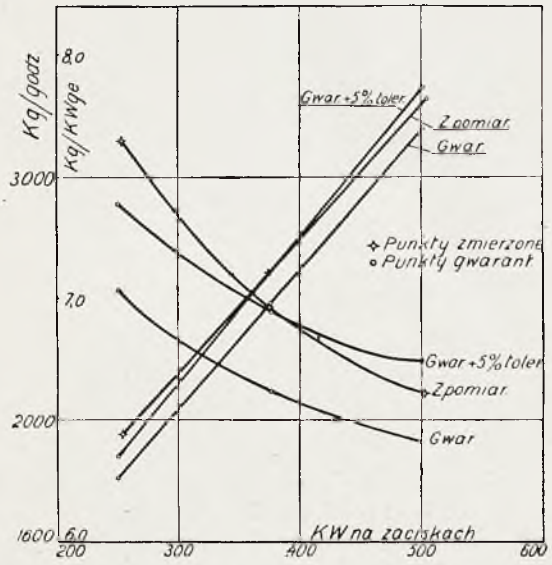
a) maksymalna trwała na zaciskach gener. 500*kW*.

b) przeciążenie 15 minutowe 600*kW*.

2. Gwarancje dostawcy co do zużycia pary są zebrane na tabeli I.

TABELA I.

Obciążenie na zaciskach gener. w *kW*, dla cos $\varphi = 1$ i 250 *V*	500	375	250	Uwagi
Para dolotowa: ciśnienie . . . . *ata*	15	15	15	
temperatura . . . . ^0C	325	325	325	
Próżnia w kondensatorze, dla 15^0 *C* wody chłodzącej . . . . *ata*	0.053	0,042	0,034	
Spadek adjabat . . . . Δ *i gw kal/kg*	227	233	239	
Zużycie pary . . . . *kg/h*	3210	2479	1758	
Jednostkowe zużycie pary . . . . . *Gkg/kW/h*	6,41	6,61	7,03	
" " " . . . . . + 5% *tol*	6,74	6,95	7.39	
Straty wylotowe . . . . $\frac{Ac^2 gw}{2g}$ *kal/kg*	2,0	2,0	1,6	podane przez dostawcę
Sprawność generatora . . . . η *gen* %	93,4	93,0	91,6	podana w gwaran.
Sprawność przekładni zębatej . . . . . . η *p* %	96,0	95,2	93,6	podana przez dostawcę
Sprawność turbiny $\eta_{gw} = \frac{860}{G . \Delta i . gw \cdot \eta_{gen} \cdot \eta_p}$ %	65,9	63,0	59,8	



Rys. 2

3. Regulacja.

a) całkowita niejednostajność regulacji nie może przekraczać 5%,

b) dla równoległego łączenia generatorów możliwa będzie zmiana normalnej ilości obrotów (przez ręczne oddziaływanie na regulator) o 3%,

c) regulator bezpieczeństwa ma działać przy przekroczeniu normalnej ilości obrotów o 10%.

4. Pobieranie pary.

Przy pełnem obciążeniu (500 *kW* na zaciskach) można będzie pobierać z turbiny jednocześnie:
pary o ciśnieniu 7 *ata* do 500 *kg/h*
i pary „ 4,8 *ata* do 500 *kg/h*

IV. Wyniki otrzymane z pomiarów.

1. Turbogenerator rozwija gwarantowa-

ną trwałą moc 500 *kW* i daje się przeciążyć w ciągu 15 minut do 650 *kW*.

2. Zużycie pary jest zebrane w tabeli II, oraz przedstawione graficznie na rysunku 2.

TABELA II.

Obciążenie na zaciskach gen. dla cos φ = 1 i 225 *V*	502	374	254	Uwagi
Para dolotowa: ciśnienie . . . . *ata*	14,8	14,9	15,1	
temperatura . . . . ^0C	314	304	293	
Próżnia w kondensatorze . . . . *ata*	0,036	0,029	0,023	
Spadek adjab. . . . . Δi *zm kal/kg*	235	238	241	
Kondensat . . . . *kg/h*	3310	2630	2010	
Jednostkowe zużycie pary . . . . . . *Gkg/kWh*	6,58	7,04	7,92	
Poprawka sprawności w zależności od temper. pary dolotowej . . . . δ	0,995	0,990	0,984	podana przez dost.
Sprawność termodyn. . . . . $\eta_{gw} \cdot \delta$	65,3	62,4	58,8	
Straty wylotowe . . . . $\frac{Ac^2}{2g}$ *kal/kg*	5,6	5,5	5,2	podane przez dost.
Jednostkowe zużycie pary przeliczone na warunki gwarantowane . . . . G_{ef} *kg/kWh*	6,60	6,96	7,65	
Różnica między rzeczywistem (przeliczonem) a gwarantowanem zużyciem pary . . *kg/kWh*	—0,14	+0,01	+0,26	
Przekroczenie średnio . . . . *kg/kW/h*		+ 0,04		

3. Regulacja działa bez zarzutu:

a) przy odciążeniu z 520 *kW* na 400 *kW* obroty wzrosły z 6025 chwilowo na 6040, trwale zaś na 6030. Kompletnego badania ze względów ruchowych nie można było przeprowadzić.

b) przez ręczne oddziaływanie na regulator można zmienić narmalne obroty o $\pm$ 3 %,

c) regulator bezpieczeństwa przy pierwszych próbach zawiódł; po oczyszczeniu, kontrola jego działania dała wynik pomyślny. Regulator odcinał dopływ pary przy 6520 *obr/min*.

4. Z turbiny można pobierać, przy pełnem obciążeniu, nawet większą ilość pary, niż podaje gwarancja.

V. Wnioski ogólne.

Gwarancje zostały dotrzymane z wyjątkiem zużycia pary, które zostało przekroczone średnio 0.04 *kg/kW/h*

Denko kondensatora, znajdujące się od strony generatora, nie daje się swobodnie otwierać, co ze względów ruchowych jest niedopuszczalne. Również szkło wodowskazowe kondensatora umieszczone zostało w miejscu niedostępnem i mało widocznem dla obsługi.

Inż. T. WRÓBLEWSKI.

ODPAROWALNOŚĆ KOTŁÓW SEKCYJNYCH

W roku 1931 Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie miało możność przeprowadzenia badań odparowalności nad dwoma nowemi instalacjami kotłowemi o zbliżonej konstrukcji. Instalacje były dostarczane przez jedną z firm krajowych. Załączony rys. 1 przedstawia układ instalacji, tablica zaś zawiera zestawienie wyników osiągniętych w czasie badań. Obie instalacje zaopatrzone są w podgrzewacze żeberkowe i w przegrze-

wacze; instalacja I posiada regulator temperatury pary przegrzanej.

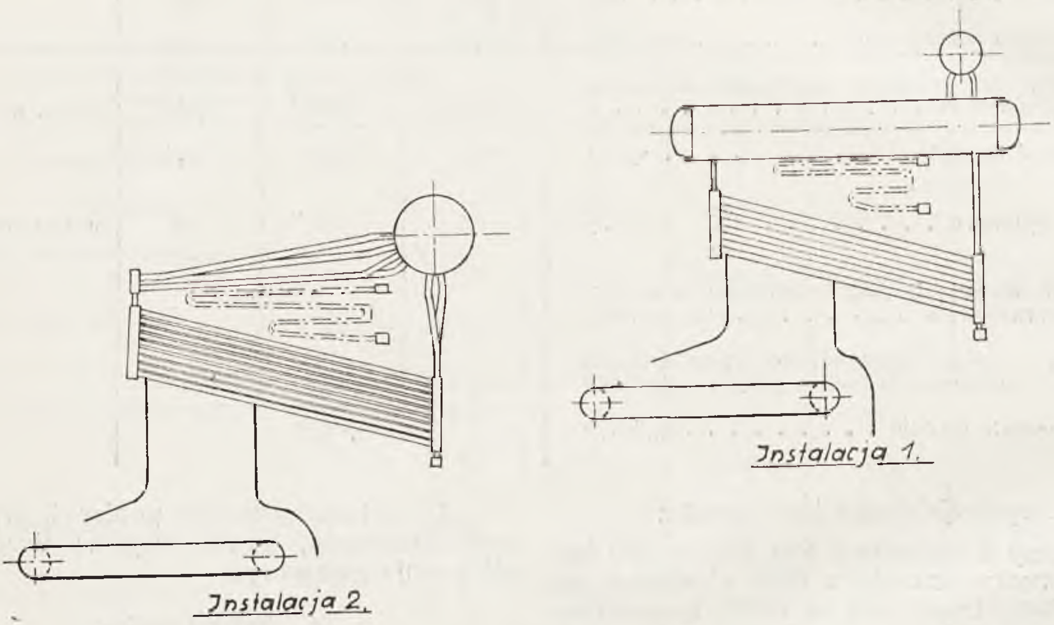
Instalacja I pracuje z exhaustorem na krótki komin żelazny; instalacja druga na komin murowany. Jak widać z rysunku instalacje różnią się między sobą układem walczaków; wielkość komór paleniskowych i ich układ są prawie jednakowe, obie mają jednakowe przednie wiszące sklepienie.

Układ przegrzewacza i podgrzewacza w stosunku do powierzchni kotłowej jednakowy.

Podkreślić należy, że średnia wysokość komory paleniskowej odbiega znacznie od wysokości dotychczas stosowanej; wynosi ona w instalacji I—4675 *mm*, w instalacji II—4000 *mm*, co w porównaniu z dotychczasowemi, stosowanemi u nas — około 2400 *mm* — stanowi różnicę około 100%. Firma, jak widać z tego, śledzi pilnie za postępem na zachodzie i zastosowuje osiągnięte tam doświadczenie na naszym gruncie.

Wysoka komora, jak wiadomo, stwarza warunki dobrego spalania produktów odgazowanych z węgla; posiada jednak wadę występującą w ruchu w mniejszym lub większym stopniu a mianowicie wskutek wytwarzających się w komorze temperatur i działania unoszonych przez gazy cząstek szlaki tworzą się na ścianach komory nawisy szlaki, która działa niszcząco na szamotę, powstaje konieczność odbijania tych stalaktytów, przyczem obmurze zostaje zazwyczaj narażone na uszkodzenia mechaniczne, lub też szamota zaczyna zgoła cieknąć. W obu omawianych instalacjach zjawisko to powstaje w mniejszym lub większym stopniu. Zapobiec temu po części mogą małe szybkości gazów w komorze a więc duży przekrój (porywanie szlaki) oraz palenie z większym nadmiarem powietrza; radykalnym zaś sposobem lecz drogim jest budowa kotłów z chłodzeniem ścian lub opromieniowanych, która to konstrukcja np. w Niemczech znajduje coraz większe zastosowanie.

Oprócz tego jest jeszcze jedno wyjście z tych trudności a mianowicie nawrót od przesadnie wysokich komór do komór paleniskowych o umiarkowanych wysokościach, to jednak omówimy w jednym z następnych artykułów.



Rys. 1

Wracając jeszcze do badanych instalacyj zaznaczamy, że w obu wypadkach praca urządzenia wyciągającego gazy była wadliwa. W instalacji I exhaustor stwarzał silne rozrzedzenie (do 54 *mm* słupa wody), co przy regulacji obrotnicą między kotłem a podgrzewaczem może pociągnąć znaczne nieszczelności podgrzewacza; w instalacji zaś II ciąg pomimo wysokiego komina, był niedostateczny, tak że przy nieco grubszych warstwach węgla zjawiało się w spalinach CO (wylot komina zbyt duży).

Tablica wyników pomiaru wskazuje na b. dobrą sprawność osiągniętą w obu instalacjach; zarazem rzuca się w oczy wielka powierzchnia podgrzewacza w stosunku do pow. ogrzew. kotła.

Pomiary *a* i *c* zamieszczone w tablicy są zasadnicze, pomiary *b, d, e* — orjentacyjne [1]).

---

[1]) Por. tabela wyników strona 165.

TABELA WYNIKÓW.

Nr. instalacji		I		II		
Nr. badania		*a*	*b*	*c*	*d*	*e*
Rok budowy	*r.*	1929			1930	
Data badania	*dn.*	27-I-1931		2 - VII - 31	3 - VII - 1931	
Czas trwania pomiaru	*godz.*	6,083	2,70	6,083	2,033	2,133
Pow. ogrzew. kotła	m^2	300	300	200	200	200
„ „ przegrzew.	m^2	110	110	74	74	74
„ „ podgrzew.	m^2	350	350	200	200	200
„ rusztu	m^2	10,2	10,2	8,01	8,01	8,01
$H : R$		29,6	29,6	25	25	25
Ciśnienie koncesjon.	*ata*	15	15	22	22	22
Paliwo:		Orzech III		grysik kop. Grodziec		
Wu	*k Cal*	5932	5866	5686	—	—
Wg	*k Cal*	6192	6136	5965	—	—
Spalono ogółem	*kg*	6405	4000	5429	1687	2218
„ na godz.	*kg*	1053	1482	893	830	1040
„ „ „ i 1 m^2 rusztu	*kg*	103,3	145,3	111	103,5	130
Popiół + przesyp.	*kg*	432	156	40	—	—
w % paliwa	%	6,7	4,0	0,7	—	—
części palnych w przesypie	%	20,8	19	—	—	—
żuzel	*kg*	295	112	280	—	—
w % paliwa	%	4,6	2,8	5,2	—	—
części palnych w żuzlu	%	3,46	5,43	18,29	—	—
Woda:						
Temper. przed podgrzew.	^0C	43,5	38	34	37	38,5
„ za podgrzew.	^0C	102	106	115	120	120
Podgrzanie	^0C	58,5	68	81	83	81,5
Odparowano ogółem	*kg*	45800	26050	34250	10980	13670
na godz.	*kg*	7535	9650	5628	5400	6420
Odpar. ogółem na godz. i na 1 m^2 pow. ogrzew.	*kg*	25,1	32,1	28,14	27,00	32,10
Para:						
Średnie ciśnienie	*ata*	14,85	14,9	21,3	20,1	20,5
Temperatura pary	^0C	348	376	414	395	402
Przegrzanie	^0C	151	179	—	—	—
Cieplik pary	*k Cal*	752	765,5	782,5	773	777
Ciepło pochłonięte 1 *kg* paliwa		—	—	—	—	—
1 *kg* paliwa	*k Cal*	708,5	727,5	748,5	736	734,5
Gazy spalinowe:						
CO_2 przed podgrzew.	%	—	—	11,3	11,2	12,3
CO^2 za podgrzew.	%	10,7	11,1	10,6	9,9	11,3
O_2 przed podgrzew.	%	—	—	7,6	8,6	6,0
O_2 za podgrzew.	%	9,4	8,9	8,3	10,1	7,6
Nadmiar powietrza	—	1,8	1,7	1,7	1,9	—
Temper. gazów przed podgrzew.	^0C	—	—	395	386	388
„ „ za podgrzew.	^0C	143	171	217	224	224
„ kotłowni	^0C	15	15	27	27	32
Ciąg za podgrzew. *mm* H_2O	—	— / 54	14 / 53	17 / 23	17 / 25	17 / 26
Odparowalność	*kg*	7,15	6,52	6,31	6,50	6,17
Wyzyskano:						
w kotle	*k Cal*	4050	3655	3500	3570	3390
w przegrzewaczu	*k Cal*	605	640	716	683	673
w podgrzewaczu	*k Cal*	415	443	510	539	503
ogółem	*k Cal*	5070	4738	4726	4792	4566
Sprawność:						
kotła	%	68,20	62,40	61,50	62,80	59,60
przegrzewacza	%	10,20	10,92	12,56	12,00	11,82
podgrzewacza	%	7,00	7,56	8,96	9,48	8,85
Bilans:						
wyzyskano	%	85,40	80,88	83,02	84,28	80,27
stracono: w gazach	%	7,78	9,14	11,65	—	—
w popielniku	%	0,96	0,77	1,34	—	—
promieniowanie + reszta	%	5,86	9,21	3,99	—	—
Ogółem	%	100,00	100,00	100,00	—	—

Inż. M. DAUTER.

ELEKTROWNIA O NAPĘDZIE MOTOROWYM

(Por. *Technika Cieplna* str. 160, 1932).

Omawiane wyżej silniki Diesla zostały zbadane przez Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie. Silnik o 300 *KM* złożony jest z 6 cylindrów o skoku tłoka 400 *mm* i o średnicy cylindrów 300 *mm*, $n = 300$ *obr./min.* Motor 100 *KM* o dwóch cylindrach, o średnicy cylindrów 300 *mm* i o skoku 400 *mm*, $n = 300$ *mm.*

Przed badaniem silniki nie były przez dostawców rewidowane i doprowadzone do porządku.

Gwarancje przyrzeczone przez dostawcę podane są w tablicach wyników badań.

Dostawca oprócz gwarancji wyszczególnionych w umowie dostarczył krzywe (rys. 3 i 4) zużycia paliwa, η term. i η mech. dla każdego z silników, jako wyniki badań silników na stacji doświadczalnej w wytwórni.

Dostawca generatorów przedstawił dla przeliczeń mocy krzywe sprawności ich przy $\cos \varphi = 0{,}8$ i $\cos \varphi = 1$ (rys. 5 i 6).

Wyniki badań przedstawiono w postaci krzywych na rys. 7 i 8. Tablica 2 zawiera wyniki badań 300-konnego silnika.

T A B E L A 2

Pomiar	I	II	III	IV	V	VI
Obciążenie motoru	$^1/_4$	$^1/_2$	$^2/_3$	$^3/_4$	$^4/_4$	110%
Początek pomiaru	9,26	1,56	10,43	12,47	14,18	0,59
Czas trwania pom. w min.	42,1	48,3	64,4	65,7	66,1	46,75
Obciąż. na zac. generatora w *kW*	60,8	98,5	131,7	151,3	205,0	227,0
Sprawność generatora wg. krzywych	0,862	0,9	0,916	0,922	0,928	0,929
Moc ef. na sprzęglie motoru w *KM*	95,9	148,8	195,4	223,3	300,5	332,5
Zużycie oleju gaz. w *kg*.	20,35	29,45	48,2	55,35	71,2	55,55
Zużycie oleju gaz. w *kg* na godz.	29,0	36,6	45,0	50,5	64,6	71,3
Zużycie oleju gaz. w *gr* na *kW*	477,0	371,0	342,0	334,0	315,0	314,0
Zużycie oleju gaz. w *gr* na *KMe*	302,5	246,0	230,0	226,4	215,0	214,5
Gwarantowane zuż. oleju gaz. + 5% tolerancja	—	220,0	—	195,0	185,0	—
Przekroczenie gwarancji z tolerancją 5% . .	—	15,0	—	21,9	20,9	—
Odchylenie średniego obciążenia od punktu gwarancyjnego w % około	—	0,8	—	1,1	0	—
Maximalne chwilowe odchylenie obc. od gwarantowanego punktu podczas pomiaru . . .	—	0,9	—	1,3	1,49	—

Do badań były użyte precyzyjne watomierze Stowarzyszenia Dozoru Kotłów. Olej gazowy mierzono na wagę i wlewano do naczynia dwustożkowego z wąską szyjką i szkłem wodowskazowem, przez co unikało się błędow przy pomiarach, uzależnionych od powierzchni naczynia.

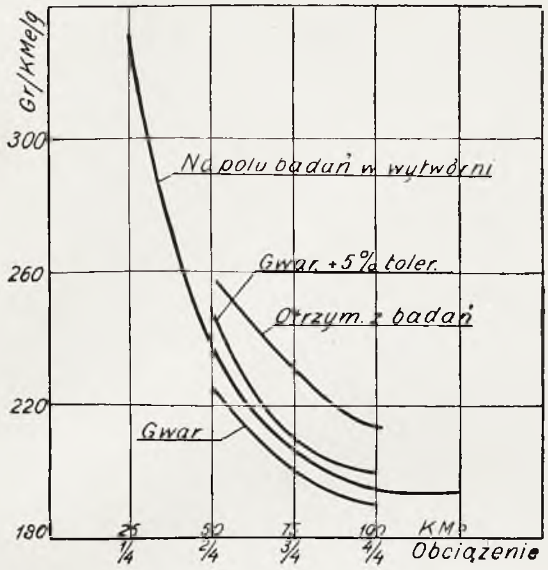
Motor 300 KM. Energja podczas badań była pochłaniana przez opornik wodny. Zużycie paliwa wyniosło o 15 do 21,9 *gr/KMef* więcej od gwarantowanego już po uwzględnieniu 5%owej tolerancji przewidzianej w umowie dostawy. Zużycie smaru wynosiło około 292 *gr/h* co wykazuje, że liczba gwarancyjna zużycia smaru 180 *gr/h* podana była zbyt nisko.

Uruchomienie silnika nie przedstawiało żadnych trudności, podczas pracy silnik dość silnie wibrował.

Regulacja obrotów silnika odręczna, przy zmianie obciążenia silnik nie utrzymuje stałej normalnej ilości obrotów.

Przy raptownem zrzucaniu obciążenia z $^1/_4$ mocy do 0 wzrost obrotów maximalny stały wyniósł 2,4%

z $^1/_2$ mocy do 0 wzrost obrotów maximalny stały wyniósł 2,7%

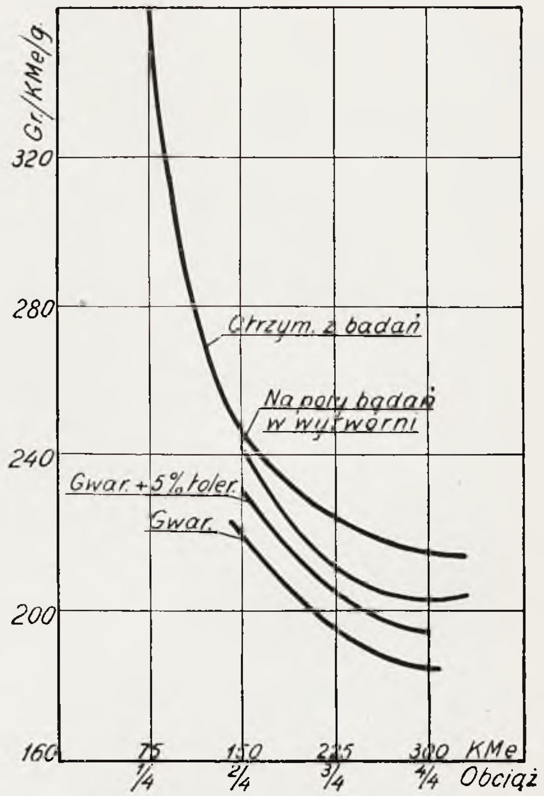


Rys. 7

z $^1/_1$ mocy do 0 wzrost obrotów maximalny stały wyniósł 7,9%.

Pełną moc i 10%-owe przeciążenia silnik wytrzymał bez żadnych trudności.

Motor 100 KM. Przeciążenia i pełne obciążenie w czasie badań były zużyte na opornik $^3/_4$ mocy normalnej i $^1/_2$ były oddawane na sieć, gdyż opornik wodny nie nadawał się do pracy na tak małe obciążenia. Wyniki badań umieszczono w tablicy 3.



Rys. 8

TABELA 3

Pomiar	I	II	III	IV
Obciążenie	$^1/_2$	$^3/_4$	$^4/_4$	110%
Początek pomiaru	13,14	14,14	9,44	11,36
Czas trwania pomiaru w min.	39,83	41,47	47,55	21,27
Obciążenie na zaciskach generatora w *kWg*	32,2	47,2	61,6	70,5
Cos φ	0,67	0,77	1,0	1,0
Sprawność generatora	0,827	0,858	0,89	0,9
Obciążenie na sprzęg. motoru w *KM*	52,8	74,6	94,2	105,8
Zużucie oleju gaz. w *kg* ogółem	9,0	12,0	16,0	8,0
„ „ „ „ na godz.	13,56	17,40	20,20	22,50
„ „ „ w *gram/KMef*	257,0	233,0	214,0	213,0
„ „ „ „ *kW*	421,0	368,0	328,0	320,0
Gwarantowane zużycie oleju gaz. w *gram/KMef*	225,0	200,0	190,0	—
Gwarantowane zużycie oleju gaz. w *gr/KMef* zzastrzeżoną 5%-ową tolerancją	236,0	210,0	199,5	—
Przekroczenie zużycia oleju w *gr*	21	23	14,5	—
Odchylenie śred. obc. od punktu gwarancyjnego w % % około	5	—	5	—
Maximalne chwilowe odchylenie obc. od gwarantowanego punktu podczas pomiaru	14	5	8	—

Z tablicy wynika, że przekroczenie zużycia paliwa wynosi od 14,5 do 21 *gr/h* ponad gwarantowane wraz z zastrzeżoną 5%-ową tolerancją.

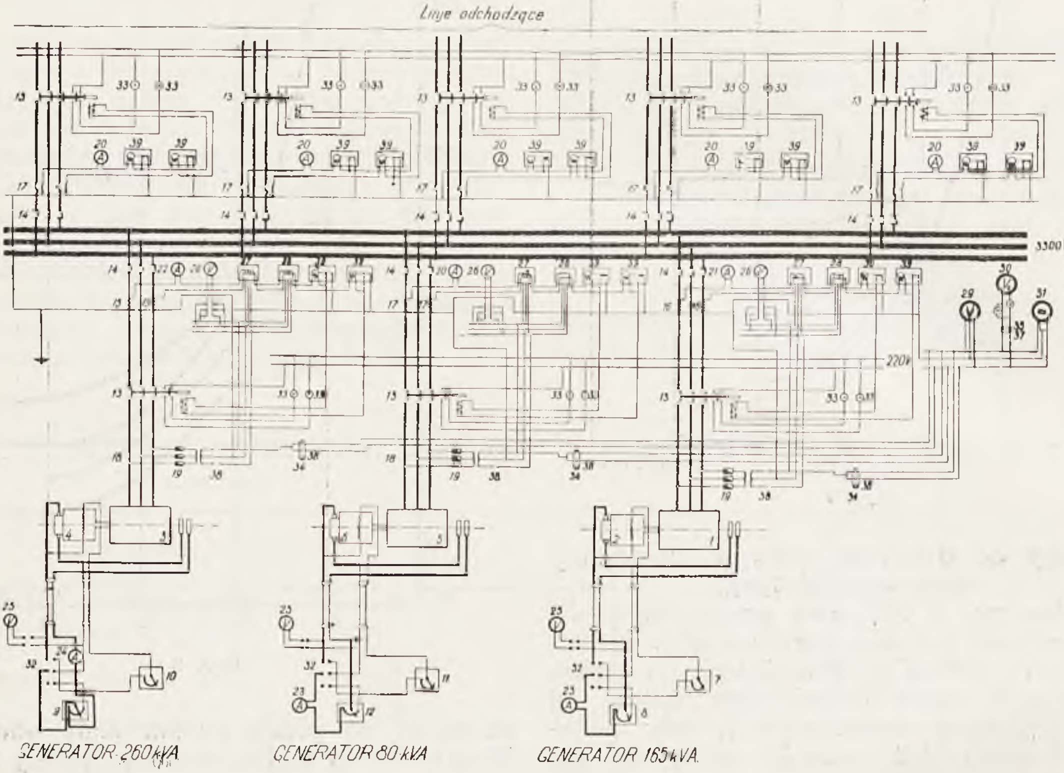
Zużycie smaru wyniosło około 100 *gr/h* przy gwarantowanych 60 gramach, co świadczy o zbyt niskiej gwarancji zużycia smarów.

Uruchomienie silnika nie nastręcza żadnych trudności, podczas pracy silnik silnie drży.

Regulacja obrotów identyczna, jak w większym silniku.

Przy zrzucaniu obciążenia
z $^1/_2$ mocy do 0 wzrost obrotów maximalny i stały wynosi $3^0/_0$
z $^1/_1$ mocy do 0 wzrost obrotów maximalny i stały wynosi $7^0/_0$.

Pełną moc oraz przeciążenie o $6^0/_0$ silnik łatwo rozwija, należy wnosić, że i $10^0/_0$ przeciążenie nie nastręczy trudności.



Rys. 9

Inż. H. KRAKOWIAK.

ODCZYNNIKI DO APARATU ORSATA

Dobrze sporządzone odczynniki do analizy spalin winny czynić zadość dwom bardzo ważnym warunkom:

1⁰ — szybkość pochłaniania gazów winna być możliwie duża,

i 2⁰ — stężenie odczynników musi być dostatecznie wielkie.

Pierwszy warunek stanowi o łatwości wykonywania analiz, zwłaszcza gdy chodzi o systematyczne 10-o lub 15-o minutowe badanie próbek. Przy szybko przebiegającej absorbcji składników gazu w poszczególnych chłodnicach, wykonywanie analizy jest mniej uciążliwe. Oprócz tego, łatwiej jest pobierać do jednego aparatu próbki z dwuch naraz miejsc, o czem niżej. Szybkość absorbcji szczególniej jest ważna przy automatycznych analizatorach chemicznych.

Drugi warunek decyduje o wykonywaniu możliwie jak największej ilości analiz z danym, nieodnawianym odczynnikiem, przytem wraz z rosnącą koncentracją roztworu szybkość absorbcji nie może znacznie maleć.

Odczynnik na CO_2. Jest to roztwór wodny *KOH*, Absorbcja przebiega według:

$$2\ KOH + CO_2 = K_2\ CO_3 + H_2\ O$$

dając jako produkt reakcji węglan potasu (potaż) $K_2\ CO_3$. Powstały potaż rozpuszcza sią w roztworze ługu potasowego. Rozpuszczalność $K_2\ CO_3$ jest: 112-114 części wag. w 100 częściach wag. wody.

Zależność między stężeniem ługu a jego zdolnością absorbcyjną względem CO_2 podaje tabelka 1 i wykres rys. 1.

T a b e l k a 1

Stężenie ługu *KOH* w $^0/_0$	5	10	15	20	25	30	35	40
Zdolność absorbcyjna *KOH* względem CO_2 w $cm^3\ CO_2/cm^3\ KOH$	10	22	35	47	60	76	94	115

Powyższe zależności wyprowadzono w założeniu, że końcowym, ostatecznym produktem reakcji jest

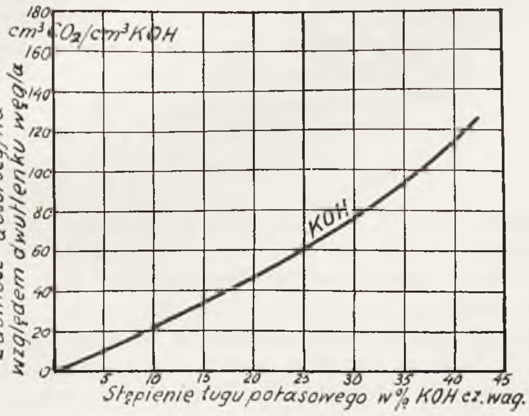
$K_2\ CO_3$. W rzeczywistości obraz procesu jest nieco inny, gdyż liczyć się trzeba z hydrolitycznym rozpadem $K_2\ CO_3$ w roztworze wodnym.

Zależność szybkości absorbcji od stężenia ługu podaje tabelka 2 i wykres rys. 2.

Tabelka 2

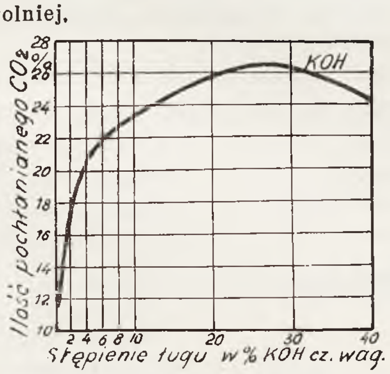
Stężenie ługu KOH w %	2	4	6	8	10	15	20	25	30	35	40
Ilość pochłanianego dwutl. węgla CO_2 w %	17	21	21.8	22.6	23.3	24.7	25.8	26.4	26,3	25.5	24.0

Jak widać z wykresu, krzywa szybkości wznosi się najpierw stromo, do punktu któremu odpowiada stężenie 4%, poczem przebiega łagodnie — i wreszcie osiąga maximum przy 28% stężenia ługu. W okolicy maximum, między 24% i 30% szybkość absorbcji zmienia się nie wiele.



Rys. 1

Taki przebieg krzywej szybkości daje się łatwo wyjaśnić. Przy małych stężeniach roztworu powstające z reakcji cząsteczki $K_2\ CO_3$ szybko rozpuszczają się w rozcieńczonym roztworze. Przy zwiększającem się stężeniu KOH, ilość tworzących się cząsteczek $K_2\ CO_3$ wzrasta, skutkiem czego rozpuszczanie ich musi odbywać się wolniej.



Rys. 2

Istnienie maximum krzywej szybkości absorbcji przewiduje teorja jonów. Według niej, intensywność reagowania zależy nie od stężenia roztworu lecz od stężenia jonów wodorotlenowych, czyli od t. zw. stopnia dysocjacji. Ze wzrostem rozcieńczenia, stopień dysocjacji wzrasta, wzrasta więc ilość zdysocjowanych cząsteczek, które są chemicznie najbardziej aktywne. Roztwór o największem stężeniu nie będzie zatem odznaczać się najwyższą szybkością absorbcji. Najwyższą szybkość absorbcji posiadać będzie ten roztwór, który jest dostatecznie stężony, by mógł pochłaniać możliwie dużo CO_2, taki jednak, by jego stopień dysocjacji był odpowiednio duży.

UWAGA. Roztwór wodny $NaOH$ jest również jak KOH mocną zasadą, nie znajduje jednak zastosowania w aparacie Orsata. Odznacza się on wybitnie większą niż ług KOH zdolnością absorbcyjną względem CO_2: — odpowiednia krzywa dla $NaOH$ na rys. 1 wznosiłaby się wyżej, ponad krzywą dla KOH. Natomiast rozpuszczalność powstającej z reakcji sody $Na_2\ CO_3$ w roztworze wodnym jest mniejsza niż $K_2\ CO_3$, co wpływa na mniejszą szybkość absorbcji.

Najważniejszem jednak jest, że $Na_2\ CO_3$ łatwiej wydziela się z roztworu w postaci stałej, dzięki czemu następuje zatykanie kapilary w aparacie.

Odczynnik na O_2. Jest to alkaliczny roztwór pyrogalolu. Pyrogalol należy do grupy fenoli, t. j. związków, które powstają z benzenu $C_6\ H_6$ przez zastąpienie jednego lub kilku atomów wodoru grupą wodorotlenową (hydroksylową). Pyrogalol jest fenolem trójwodorotlenowym o wzorze $C_6\ H_3\ (OH)_3$.

Otrzymuje się go z kwasu gallusowego [1]) przez suchą destylację:

$$C_6\ H_2\ (OH)_3\ .\ COOH = C_6\ H_3\ (OH)_3 + CO_2$$

Rozpuszczony w ługach odznacza się pyrogalol dużą zdolnością pochłaniania tlenu. Do aparatu Orsata używany jest wyłącznie jako rozpuszczalnik wodny roztwor KOH.

Istotny przebieg reakcji zachodzący przy absorbcji tlenu nie jest dostatecznie wyjaśniony. Nie można więc podać dokładnie zależności między stężeniem pyrogalolu a jego zdolnością absorbcyjną względem O_2. Według Hoffmana, należy przyjmować, że dobrze sporządzony roztwor pyrogalolu w ługu KOH wiąże 40 $cm^3\ O_2$ na 1 cm^3 roztworu.

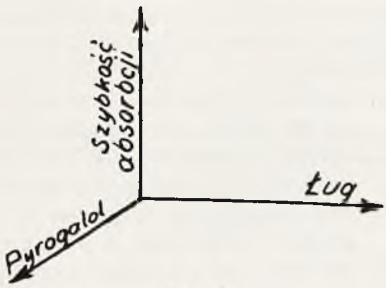
Badania nad szybkością absorbcji [2]) przez alkaliczny roztwór pyrogalolu muszą uwzględniać zmienność dwuch niezależnych od siebie czynników: stężenia ługu KOH i zawartości $C_6\ H_3\ (OH)_3$ w roztworze tego ługu (rys. 3). Wykres krzywej szybkości absorbcji ma zatem charakter przestrzenny. Jest to powierzchnia. Przecinając ją płaszczyznami prostopadłemi do osi „pyrogalol" i rzutując przekroje na płaszczyznę: „ług — szybk. absorbcji" otrzymujemy układ linij podanych na wykresie rys. 4. Przecinając zaś

[1]) Kwas gallusowy, znajdujący się w t. zw. galasówkach, naroślach na liściach dębu, otrzymuje się z taniny.

[2]) Badania wykonano w Instytucie Cieplnym Politechniki w Darmsztadzie.

płaszczyznami równoległemi do poziomu, w rzucie na płaszczyznę poziomą otrzymamy warstwice powierzchni (rys. 5).

Jak widać z układu warstwic, rozważana powierzchnia posiada dwa szczyty, odpowiadające dwom największym szybkościom absorbcji. Jeden szczyt dla 5%-owej zawartości pyrogalolu i 10%-owej zawartości ługu *K O H.* Drugi — przy zawartości 15% pyrogalolu i 18% ługu *K O H.*



Rys. 3

Pod uwagę należy wziąć ten ostatni szczyt, gdyż obok najwyższej szybkości absorbcji odczynnik winien posiadać dostateczne stężenie, w myśl p. 2 poruszonego na wstępie.

Z wykresów rys. 4 widać, że szybkość absorbcji, po osiągnięciu maximum, bardzo szybko maleje:

1° — jeżeli przy danem stężeniu ługu, zwiększać zawartość pyrogalolu,

albo

2° — jeżeli przy danej zawartości pyrogalolu zmniejszać stężenie ługu.

Np. przy stałej zawartości 18% *K O H*:

i wzrastającej zawartości pyrogalolu:	15%	20%	25%
szybkość absorbcji wynosi:	18,3	16	7
przy stałej zawartości 15% pyrogalolu:			
i zmniejszającej się zawartości *K O H*:	18%	15%	12,5%
szybkość absorbcji wynosi:	18,3	18,1	16,5

Jeżeli natomiast wzajemny układ tych składników przesunie się w stronę przeciwną, wówczas szybkość absorbcji ulegnie niewielkiej zmianie.

W praktyce zaleca się stosować składniki w takim stosunku, aby odchylenia od szczytów były jak najmniejsze. Jako najwłaściwszy stosunek polecają jednak następujący:

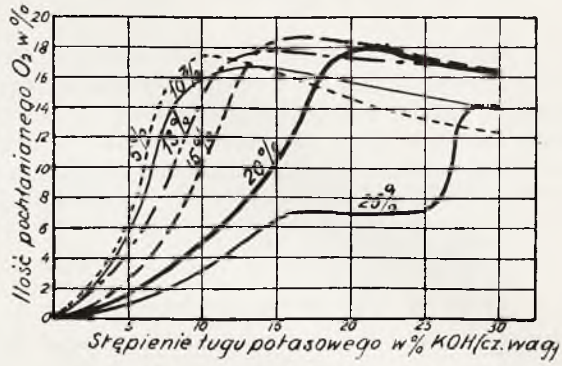
ługu *K O H* . . . . 22,5 cz. wag.
pyrogalolu . . . . 15 cz. wag.
wody . . . . 62,5 cz. wag. [1]).

Odczynnik na CO. Jest to do niedawna wyłącznie prawie stosowany amonjakalny roztwór chlorku miedziawego $Cu_2\ Cl_2$ [2]). Chlorek $Cu_2\ Cl_2$ rozpuszcza się w amonjaku, nabierając w krótkim czasie barwy niebieskiej, skutkiem utleniania soli miedziawych na miedziowe. Roztwór ten wchłania tlenek węgla *CO*, tworząc z nim związek niestały:

$$Cu_2\ Cl_2 + CO + 2\,H_2O \rightleftarrows Cu_2\ Cl_2\ .\ CO\ .\ 2\,H_2O$$

wydzielający się w postaci bezbarwnych lamelek.

Odczynnik powyższy nie może być zupełnie uważany za doskonały do analizy spalin. Jeżeli bowiem przez częstsze użycie, w roztworze tym istnieją



Rys. 4

związki $Cu_2\ Cl_2\ .\ CO\ .\ 2\,H_2O$ i wpuścimy do niego spaliny ubogie w *CO*, wówczas roztwór wydziela z siebie tlenek węgla, wzbogacając nim spaliny. W rezultacie na miernicy aparatu można odczytać objętość spalin większą niż przed pożądaną absorbcją.

Obecnie technika cieplna rozporządza już innym, pewniejszym odczynkiem na *C O*, o czem mowa niżej.

Gdy jednak do dyspozycji pozostaje odczynnik z chlorkiem miedzi, to jako jeden z najodpowiedniejszych roztworów zalecają o składzie następującym:

20 cz. wag. . . . $Cu_2\ Cl_2$ (chlorek miedziawy)
13,6 cz. wag. . . . $NH_4\ Cl$ (salmiak)
44,4 cz. wag. . . . $H_2\ O$ (woda)
22,0 cz. wag. . . . NH_3 (amonjak, c. wł. = 0,96).

Przy dodawaniu amonjaku opadają wielobarwne osady, o składzie nieustalonym. Przed użyciem zaleca się ten roztwór przesączyć.

Przepis na sporządzanie odczynników.

1. na dwutlenek węgla $C\,O_2$: 28 cz. wag. *K O H*
   72 cz. wag. $H_2\ O$.
2. na tlen O_2: 22,5 cz. wag. *K O H*
   15,0 cz. wag. $C_6\,H_3\,(OH)_3$
   62,5 cz. wag. $H_2\ O$
3. na tlenek węgla *CO:* 20,0 cz. wag. $Cu_2\ Cl_2$
   13,6 cz. wag. $NH_4\ Cl$
   44,4 cz. wag. $H_2\ O$
   22,0 cz. wag. NH_3 (c. wł. = 0,96).

Przed użyciem roztwór 3 przefiltrować.

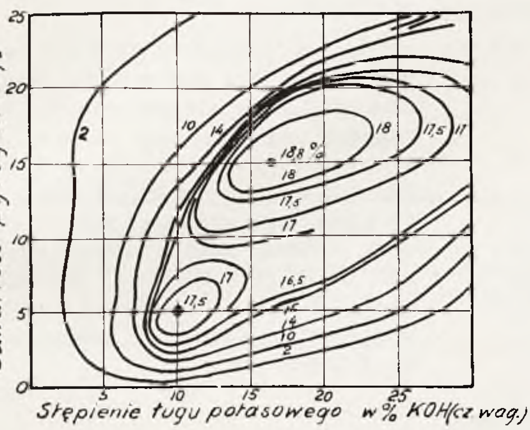
Całoroczne doświadczenie nabyte przy stosowaniu tak sporządzonych odczynników, pozwala twierdzić, że istotnie odczynniki te (pomijając 3) pochłaniają stosunkowo znacznie szybciej, niż sporządzane według dotychczasowych recept. Odnosi się to szczególnie do pyrogalolu. Gdy dawniej trzeba było nieraz 5, a nawet więcej minut płókać gaz w roztworze pyrogalolu, i za każdym razem miernica wykazywała

---

[1]) Interesującą rzeczą byłoby sprawdzić działanie roztworu o składzie odpowiadającem dokładnie największej szybkości absorbcji t.j. 15% *K O H*, 18% pyrogalolu i 67% wody.

[2]) Używano również roztworu $Cu_2\ Cl_2$ w kwasie solnym.

różnice w objętości, obecnie daje się to robić szybciej. Dzięki temu przy pomocy jednego aparatu o trzech chłonicach można pobierać próbki spalin z dwuch naraz miejsc, np. z przed zasuwy kominowej i z poza przegrzewacza, — i analizę wykonywać w ciągu 15 minut. Postępować należy w sposób następujący: Pierwszą próbkę po absorbcji w *KOH* wtłaczamy do II chłonicy. Zasysamy próbkę z drugiego miejsca i umieszczamy ją w I chłonicy. Jednocześnie więc w dwu pierwszych chłonicach znajdują się spaliny. Następnie pompujemy gaz z II chłonicy do miernicy, odczytujemy objętość i, jeżeli absorbcja jest zakończona, wytłaczamy go do



Rys. 5

III chłonicy lub nazewnątrz. Po dokonaniu tego przenosimy gaz z 1 chłonicy do miernicy, odczytujemy objętość i przetłaczamy do pyrogalolu — poczem cykl zostaje powtórzony. Przy odpowiednim sposobie zapisywania odczytów, pomyłki są prawie wykluczone.

Inny odczynnik na CO. Jest to emulsja drobno sproszkowanego pięciotlenku jodu $J_2\ O_5$ w stężonym kwasie siarkowym (odczynnik Schläpfera-Hofmanna). Reakcja winna przebiegać według:

$$J_2\ O_5 + 5\ CO = 2\ J + 5\ CO_2 \ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ (1)$$

Powstały przy reakcji dwutlenek węgla posiada taką samą objętość, jaką posiadał reagujący tlenek węgla. Na tej podstawie o zawartości CO w gazie wnosimy z objętości CO_2 powstałego po przepłukaniu gazu w odczynniku Schläpfera. Ilość CO_2 wyznaczamy przez następną absorbcję w *KOH*.

Pięciotlenek jodu $J_2\ O_5$, zwany także bezwodnikiem kwasu jodowego

$$2\ HJO_3 = H_2\ O + J_2\ O_5$$

jest ciałem stałem, krystalicznem, barwy białej. W temperaturze około 300° C (w/g Schläpfera już przy 165° C) rozkłada się na pierwiastki:

$$2\ J_2\ O_5 = 4\ J + 5\ O_2$$

Rozpuszczony w wodzie tworzy kwas jodowy HJO_3, który po ogrzaniu do temperatury około 170° C wydziela z powrotem swój bezwodnik $J_2\ O_5$.

Do wykrywania tlenku węgla w gazach—zwłaszcza w przypadku małej jego zawartości (analiza sanitarna) — stosowano już nieco wcześniej t. zw. metodę pięciotlenku jodu. Sposób ten polegał na tym, że badaną próbkę gazu, po uprzedniem usunięciu z niej w odpowiednich płóczkach zanieczyszczeń i takich składników, które wraz z CO działałyby na $J_2\ O_5$ przepuszczano nad rozgrzanym do 135° C pięciotlenkiem jodu. W tych warunkach zachodziła reakcja (1). Ilość zawartego w gazie CO obliczano albo przez absorbcję CO_2 w wodzianie barowym $Ba\ (OH)_2$ albo przez oznaczanie ilości wydzielonego jodu drogą miareczkowania lub kalorymetryczną. Metoda ta pozwala wykryć bardzo drobne ilości CO—lecz wymaga użycia specjalnego pieca do nagrzewania próbki gazu i pięciotlenku jodu.

Odmianą tej metody była inna, polegająca na przepuszczaniu próbki nad pięciotlenkiem jodu, rozłożonym na rozdrobnionym pumeksie, zwilżonym stężonym kwasem siarkowym. Użyty pumeks służył za podłoże i jednocześnie powiększał powierzchnię chłonącą $J_2\ O_5$. W tych warunkach CO reaguje z $J_2\ O_5$ — już w zwykłej temperaturze. Wydzielony jod zabarwia odczynnik.

Do celów analizy technicznej, do której używany jest aparat Orsata, zastosowano trzeci sposób: emulsję drobno sproszkowanego $J_2\ O_5$ w stężonym kwasie siarkowym (odczynnik Schläpfera-Hofmanna). Przepis sporządzania emulsji, podany przez wynalazców jest następujący: [1])

Emulsja tak sporządzona posiada barwę ciemnomleczną [2]). Pod działaniem zaś obecnego w spalinach CO zabarwia się przy drobnych ilościach CO — na kolor zielonkawy, przy większych — na ciemno - brunatny. Zabarwienie jest powierzchowne i występuje pod działaniem wydzielającego się jodu. Stanowi ono kryterjum istnienia tlenku węgla w gazach Po kilkakrotnem prze-

---

[1]) Kritische Untersuchungen über die Bestimmung des Kohlenoxydes. P. Schläpfer i E. Hofmann. Eidgenössische Materialprüfungsanstalt der E. T. H. in Zürich. Bericht Nr. 25. Rok 1928.

25 gr. drobno sproszkowanego pięciotlenku jodu należy bardzo starannie rozetrzeć ze 100 do 150 gr. kwasu siarkowego zawierającego 10% — SO_3. Ilość tę zaleca się podzielić na 3 wzgl. 4 porcje, i każdą z nich oddzielnie rozcierać w miseczkach, na masę możliwie jednolitą. Celem jak najstaranniejszego roztarcia dobrze jest zlać rzadszą emulsję, a pozostałość rozcierać dalej, dolewając potrochu odlany przedtem płyn. Bardzo ważne jest aby rozdrobnienie bryłek $J_2\ O_5$ było wykonane możliwie dobrze.

Po roztarciu, rozcieńcza się emulsję 120 gr. stężonego kwasu siarkowego z 10% — SO_3, i tak sporządzoną mieszaninę należy starannie i długo wstrząsać w naczyniu zamkniętem. (Używane są do tego celu odpowiednie urządzenia wstrząsowe).

Jeżeli emulsja jest dobrze spreparowana, to zawiesiny bryłek $J_2\ O_5$ opadają bardzo powoli. Według doświadczeń Schläpfera, w cylindrze miarowym zawierającym 50 cm^3 emulsji przy wysokości jej 16 *cm*, na powierzchni pojawił się czysty $H_2\ SO_4$ tworząc słup o wysokości:

1,5 *cm*.	po upływie	1 dnia
3,0 „	„	2 dni
8,0 „	„	4 „
10,0 „	„	8 „
12,0 „	„	10 „

Opadający na dno sproszkowany $J_2\ O_5$ nie koagulował się — i po krótkiem wstrząsaniu naczyniem znowu można było osiągnąć emulsję w poprzednim jej stanie.

[2]) $J_2\ O_5$ jest stosunkowo bardzo drogi. 1 *kg*. $J_2\ O_5$ kosztuje około 300 zł.

płukaniu próbki w emulsji zabarwienie znika zupełnie, co znów świadczy o ukończeniu reakcji. Wtedy przenosi się próbkę do chłonicy z *KOH*, — i z pochłoniętej ilości CO_2 wnosić można bezpośrednio o zawartości CO w spalinach.

Odczynnik Schläpfera pochłania oprócz CO także ciężkie węglowodory. Dla zróżniczkowania tych składników niezbędnem jest ustawić dodatkową chłonicę ze stężonym kwasem siarkowym do absorbcji samych węglowodorów. Przy stosowaniu więc emulsji $J_2\ O_5$ użyty być musi aparat Orsata o 4 chłodnicach: I — chłonica z KOH, II — z $C_6\ H_3\ (OH)_3$, III—ze stężonym $H_2\ SO_4$ i IV—z emulsją $J_2\ O_5$.

Analizę spalin należy wykonywać w kolejności następującej: pierwsza absorbcja — w KOH, druga— w $C_6\ H_3\ (OH)_3$, trzecia — w $H_2\ SO_4$, czwarta—w $J_2\ O_5$ aż do zaniku zabarwienia, wreszcie ostatnia—w KOH, w celu odczytania CO_2 (ilości CO).

Podczas wykonywania analizy należy uważać, aby nie przelewać wody z miernicy do odczynnika na CO, gdyż przy rozcieńczaniu $H_2\ SO_4$ wydziela się krystaliczny kwas jodowy—i może nastąpić zatkanie kapilary.

Przy użyciu aparatu 4-o chłonicowego ilość badanych jednocześnie próbek może być zwiększona i w razie gdy odczynniki czynią zadość warunkom najwyższej szybkości reakcji, analizowanie odbywa się szybko i sprawnie.

Danych dokładniejszych o zdolności pochłaniania i szybkości absorbcji odczynnika $J_2\ O_5$ poza wynikami uzyskanemi przez wynalazców — jeszcze niema. Według P. Schläpfera i E. Hofmanna, 50 *gr.* $J_2\ O_5$ sporządzone stosownie do wyżej podanego przepisu, wystarcza do oksydacji 3300 cm^3 CO, co przy zawartości 5% w gazach odpowiada 660 analizom, przy 100 cm^3 pobieranych próbkach. Metoda emulsji nadaje się jednak najlepiej przy większych zawartościach CO, poczynając od 0,2% w górę.

UWAGA. Dotychczas najczęściej używane są aparaty Orsata, jako dostosowane do odczynnika na CO z roztworem chlorku miedzi, posiadają zazwyczaj trzy chłonice. Chcąc użyć zamiast $Cu_2\ Cl_2$ emulsji $J_2\ O_5$ nie należy łączyć z sobą w szereg dwuch wyżej podanego typu aparatów, nawet przy pomocy krótkiej rurki gumowej, gdyż wyniki analiz będą fałszywe. Do tego celu muszą być użyte aparaty z czterema chłonicami, połączonemi wzajemnie rurkami kapilarnemi.

Inż. H. KRAKOWIAK.

O ZAWARTOŚCI $CO_2 + O_2$ W GAZACH SPALINOWYH

W czasopiśmie *Die Wärme*[1]) z roku bieżącego ukazał się artykuł omawiający możliwość powstawania w gazach spalinowych dwutlenku węgla CO_2 i tlenu O_2 o łącznej objętości $CO_2 + O_2$ większej od 20,9%. Wiadomem było dotąd, że suma ta może przewyższać 20,9% w przypadku, gdy np. paliwo jeszcze przed spaleniem zawierało w sobie pewien % CO_2, jak to ma miejsce przy opalaniu kotłów gazem wielkopiecowym[2]). W danym jednak razie mowa jest o możliwości pojawiania się tego efektu przy użyciu paliw stałych, przy których dotychczasowe rozważania teoretyczne nie przewidywały — przynajmniej wyraźnie — podobnych rezultatów, a praktyka naogół potwierdzała takie wyniki, z tem jednak zastrzeżeniem, że o ile aparat Orsata wykazywał sumę $CO_2 + O_2 > 20{,}9\%$, składało się to na karb błędu wykonania analizy, z winy bądź samego aparatu, bądź też pracownika, który tę analizę wykonał.

Przyznać trzeba, że podręczniki traktujące o spalaniu nie dość wyczerpująco wyjaśniają kwestje możliwych procentowych zawartości poszczególnych składników gazów spalinowych i nie omawiają, czy możliwe jest wogóle wytwarzanie się takich warunków w palenisku, przy których suma $CO_2 + O_2$ staje się większa od 20 9%. Dlatego dobrze się stało, że ukazał się artykuł omawiający radykalnie ten temat, gdyż niewątpliwie przyczynić się może do szerszego wyświetlenia i dalszego pogłębienia interesującego każdego technika cieplnego zagadnienia.

Idąc w ślad za przejrzystym rozumowaniem autora powyższego artykułu, przyjmujemy do rozważań, że paliwo o składzie palnych części w 1 *kg*, C%-węgla H_2% wodoru i Os%-tlenu[1]) spala się w sposób zupełny. To znaczy, w spalinach niema częściowej oksydacji na CO, jak również niema strat popielnikowych, strat przez sadzę i przez niespalone ciężkie węglowodory, gdyż straty te mogłyby spowodować zmianę w procentowym składzie paliwa. Przyjmijmy dalej, że po spaleniu δ *kg* paliwa powstaje 100 cm^3 spalin suchych, zassanych do aparatu Orsta. Mamy więc:

$$CO_2 + O_2 + N_2 = 100\ cm^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Objętość tlenu O_2 cm^3, wykazana przez aparat oznacza nadmiar powstały z użycia do spalenia rzeczywistej ilości tlenu $O_{2\,(rzecz)}$ większej od ilości tlenu $O_{2\,(teor)}$ teoretycznie potrzebnego do spalenia:

$$O_{2\,(rzecz)} = O_{2\,(teor)} + O_2$$

[1]) *Die Wärme* Nr. 9, Rok 1931, str. 156.

[2]) Podczas jednego z badań kotłów opalanych gazem wielkopiecowym o składzie: $CO_2 = 9{,}5\%$ $CO = 28{,}5\%$, $H_2 = 2{,}5\%$, $N_2 = 54{,}5\%$, $O_2 = 0{,}5\%$ aparat Orsata podawał $CO_2 = \begin{cases} 12{,}2\% \\ 17{,}5\% \end{cases}$ $O_2 = \begin{cases} 10{,}2\% \\ 5{,}8\% \end{cases}$ $CO_2 + O_2 = \begin{cases} 22{,}4\% \\ 23{,}3\% \end{cases}$ Por. także: „Wykłady o gospodarce cieplnej“ Lwów, 1923 str. 121.

[1]) Zawartość siarki S%, jako zazwyczaj drobną, pomijamy. Os oznacza tlen-składnik (w paliwie).

Objętość azotu N_2 obliczamy ze stosunku:

$$N_2 = \frac{79,1}{20,9} O_{2\,(rzecz)} = \frac{79,1}{20,9} \left[O_{2\,(teor)} + O_2\right]$$

wobec czego mamy z (1):

$$CO_2 + O_2 + \frac{79,1}{20,9} \left[O_{2\,(teor)} + O_2\right] = 100\ cm^3 \quad . \ . \ (2)$$

Ilość tlenu teoretycznie potrzebna do spalenia zupełnego δ kg paliwa daje się obliczyć z zasadniczych wzorów chemicznych:

$$\begin{array}{llll} 1) & C + O_2 & = & CO_2 \\ & 12\ kg \quad 32\ kg & & 44\ kg \\ & \quad\quad 1\ cm^3 & & 1\ cm^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} 2) & 2\ H_2 + O_2 & = & 2\ H_2\ O \\ & 4\ kg \quad 32\ kg & & 36\ kg \end{array}$$

w sposób następujący;

Ze spalenia	Potrzebna teoretycznie ilość tlenu		Ciężar właściwy tlenu $\gamma = G/V\ kg/cm^3$
	Wagowo: $G\ kg$	Objętościowo $V\ cm^3$	
$\delta\ C$ na CO_2	$^8/_3\ \delta\ C$	CO_2	$^8/_3 \frac{\delta\ C}{CO_2}$
$\delta\ H^2$ na H_2O	$8\ \delta\ H_2$	$\frac{8\ H_2}{^8/_3\ C} \cdot CO_2$	
	$-\ \delta\ Os$	$-\frac{Os}{^8/_3\ C} \cdot CO_2$	
		$\Sigma = O_{2\,(teor)}\ cm^3$	

stąd:

$$O_{2\,(teor)}\ CO_2 + \frac{8\ H_2}{^8/_3\ C} CO_2 - \frac{Os}{^8/_3\ C} CO_2 = CO_2 +$$
$$+ \frac{CO_2}{^8/_3} \left(\frac{8\ H_2}{C} - \frac{Os}{C}\right)$$

a po wstawieniu do (2):

$$CO_2 + O_2 + \frac{79,1}{20,9}\left[CO_2 + \frac{CO_2}{^8/_3}\left(\frac{8\ H_2}{C} - \frac{Os}{C}\right) + O_2\right] = 100\ cm^3$$

Po przekształceniu otrzymamy:

$$CO_2 + O_2 = 20,9 - 0,297 \left(\frac{8\ H_2}{C} - \frac{Os}{C}\right) \cdot CO_2$$

Oznaczając przez

$$\beta = 0,297 \left(\frac{8\ H_2}{C} - \frac{Os}{C}\right) \quad . \ . \ . \ . \ (3)$$

mamy ostatecznie:

$$\boxed{CO_2 + O_2 = 20,9 - \beta\ CO_2} \quad . \ . \ . \ . \ (4)$$

Jest to zasadnicze równanie wyrażające związek między zawartością dwutlenku węgla i nadmiarem tlenu w spalinach przy zupełnem spalaniu.

Ilość azotu w spalinach obliczamy na podstawie (1) i (4):

$$N_2 = 100 - (CO_2 + O_2) = 100 - (20,9 - \beta\ CO_2)$$

$$N_2 = 79,1 + \beta\ CO_2 \quad . \ . \ . \ . \ . \ (5)$$

ilość tlenu z (4):

$$O_2 = 20,9 - (1 + \beta)\ CO_2 \quad . \ . \ . \ . \ (6)$$

wszystko w zależności od CO_2.

Spółczynnik nadmiaru powietrza:

$$n = \frac{20,9}{20,9 - 79,1 \frac{O_2}{N_2}}$$

w funkcji CO_2, po podstawieniu (5) i (6):

$$n = \frac{20,0}{1 + 1,26\ \beta} \cdot \frac{1}{CO_2} + \frac{0,26\ \beta}{1 + 1,26\ \beta} \quad . \ . \ (7)$$

albo w funkcji O_2 po uwzględnieniu (4) i (7)

$$n = 1 + \frac{1 + \beta}{1 + 1,26\ \beta} \cdot \frac{O_2}{20,9 - O_2} \quad . \ . \ . \ (8)$$

W przypadku, gdy zupełnie spalanie zachodzi bez nadmiaru powietrza, mamy $O_2 = O$ i wzór zasadniczy (4) przybiera postać:

$$CO_2 = CO_{2\,max} = 20,9 - \beta\ CO_{2\,max}$$

$$CO_{2\,max} = \frac{20,9}{1 + \beta} \quad . \ . \ . \ . \ . \ (9)$$

i

$$n = \frac{1 + \beta}{1 + 1,26\ \beta} \cdot \frac{CO_{2\,max}}{CN_2} + \frac{0,26\ \beta}{1 + 26\ \beta} \quad . \ (10)$$

Dla $\beta = 0$ mamy z (10) i (8):

$$n = \frac{CO_{2\,max}}{CO_2}$$

i

$$n = \frac{20,9}{20,9 - O_2}$$

Spółczynnik β zależy wyłącznie od składu chemicznego paliwa, jak to widać z (3)

$$\beta = 0,297 \left(\frac{8\ H_2}{C} + \frac{Os}{C}\right)$$

i wartość jego nie ulega zmianie w przypadku spalania zupełnego. Jeżeli jednak spalanie jest niezupełne, przez straty w postaci sadzy, przesypu rusztowego, niespalania węglowodorów, wówczas zmienia się skład chemiczny spalanego w sposób zupełny paliwa, a z nim zmienia się i spółczynnik β, który należałoby ponownie obliczyć i wstawić do powyższych wzorów.

Rozpatrujemy 2 przypadki:

1. $\beta > 0$ czyli $\frac{8\ H_2}{C} > \frac{Os}{C}$;

2. $\beta = 0$ czyli $\frac{8\ H_2}{C} = \frac{Os}{C}$ albo $H_2 = 0$ i $Os = 0$;

3. $\beta > 0$ czyli $\frac{8\ H_2}{C} < \frac{Os}{C}$;

Pierwszy przypadek: $\beta > O$. Jest wówczas $\frac{8\ H_3}{c} > \frac{Os}{c}$ i wzór (4) ma postać:

$$CO_2 + O_2 < 20{,}9$$

Dla tego przypadku spółczynnik β osiąga swe maximum, gdy $Os = O$. Przy opalaniu gazem ziemnym mamy podobny wypadek. Dla ustalenia, weźmy jako paliwo czysty metan CH_4:

$$C = 75\%,\ H_2 = 25\%.$$

Mamy:

$$\beta = 0{,}297 \cdot \frac{8\ .\ 25}{75} = 0{,}791$$

$$CO_2 + O_2 = 20{,}9 - 0{,}791\ CO_2$$

$$CO_{2\ max} = 11{,}67\%$$ [1])

i odczyty z drugiej chłodnicy aparatu Orsatu winny się wahać w granicach:

$$11{,}6 < CO_2 + O_2 < 20{,}9.$$

Drugi przypadek: $\beta = O$. Jest wówczas

a) $\frac{8\ H_2}{C} = \frac{Os}{C}$ lub b) $H_2 = O$ i $Os = 0$

Przypadek a) zachodzi przy spalaniu węglowodanów, jak cukier, skrobia, błonnik i t. d. o ogólnym wzorze $C_n\ H_{2m}\ O_m$, w których stosunek wodoru do tlenu jest jak 2 : 1 (jak w wodzie) t. j. właśnie wagowo $8\,H_2 = Os$; przypadek b) mamy przy spalaniu czystego chemicznie węgla, a praktycznie z dużem przybliżeniem przy spalaniu antracytu i drzewa. Mamy więc:

$$CO_2 + O_2 = 20{,}9$$

$$CO_{2\ max} = 20{,}9$$

Trzeci przypadek: $\beta < O$. Jest wtedy

$$\frac{8\ H_2}{c} < \frac{Os}{c}$$

i

$$CO_2 + O_2 > 20{,}9$$

Spółczynnik β maleje wraz ze wzrostem ilości tlenu zawartego w paliwie. Według autora artykułu osiąga on swą wartość najniższą przy spalaniu kwasu organicznego $C_2\ H_2\ O_4$ [2]) którego procentowy skład, obliczony według ciężarów drobinowych jest:

$$C = 26{,}7\% \quad H_2 = 2{,}2\% \quad \text{i} \quad Os = 71{,}1\%$$

i spółczynnik $\beta = -0{,}594$.

$$CO_{2\ max} = \frac{20{,}9}{1 + \beta} = \frac{20{,}9}{0{,}406} = 51{,}5\%$$

$$CO_2 + O_2 = 20{,}9 + 6{,}594\ CO_2,$$

t. zn. suma $CO_2 + O_2$ leży w granicach między 20,9% i 51,5% a więc nie mniej niż 20,9%.

Przeciwko temu można podnieść zarzut, że wprawdzie kwas szczawiowy $C_2\ H_2\ O_4$ jest ciałem jednorodnym i teoretycznie może być uważany za paliwo, ale ma on tą własność, że pod wpływem silnego ogrzania rozpada się według

$$C_2\ H_2\ O_4 = CO_2 + CO + H_2\ O$$

i spaleniu ulega tylko tlenek węgla. Jest to więc właściwie rodzaj paliwa, który zawiera w sobie CO_2 jeszcze przed spaleniem, o czem była mowa na wstępie.

Najbardziej jednak interesującem twierdzeniem autora jest, że przy spalaniu niskowartościowych węgli brunatnych mogą wytworzyć się w palenisku takie warunki niezupełnego spalania, przy których $CO_2 + O_2 > 20{,}9\%$ [3]). Że to jest i teoretycznie możliwe, wskazuje podany przez niego przykład liczbowy.

Przyjmijmy węgiel brunatny o składzie:

$C = 32{,}24\%$; $H_2 = 2{,}00\%$; $Os = 10{,}74\%$;
Woda = 50,78%; Popiół = 3,82% [4]).

Zakładamy że w palenisku zachodzą następujące straty: 1) na lotnym koksiku — 9,2% czystego węgla i 2) przez niespalanie się metanu, wagowo w ilości 4,8% spalonego paliwa. Na wytworzenie się takiej ilości metanu idzie 3,6% C i 1,2% H_2. Pozostała część węgla spala się już w sposób zupełny. Skład zupełnie spalającego się węgla jest:

$$C = 0.908 + 32{,}24 - 3{,}6 = 25{,}67\%$$

$$H_2 = 2{,}00 - 1{,}2 = 0{,}8\%$$

$$Os = 10{,}74\%$$

Spółczynnik $\beta = 0{,}297\ \frac{8\ H_2 - Os}{C} =$

$$= 0{,}297\ \frac{6{,}4 - 10{,}74}{25{,}67} = -\ 0{,}05.$$

Załóżmy, że spalanie było prowadzone z nadmiarem $n = 1{,}24$. Wówczas ilość CO_2 w spalinach suchych (i nie wliczając metanu) byłaby ze wzoru (7):

$$CO_2 \simeq 16\%$$

i

$$CO_2 + O_2 = 20{,}9 - \beta\ CO_2 = 20{,}9 + $$
$$+ 0{,}05 \times 16 = 21{,}7\%$$

W rzeczywistości osiągnie się inne CO_2 i $CO_2 + O_2$, gdyż obliczono je na podstawie wzorów (4) i (7), które wyprowadzone były w założeniu, że w spalinach oprócz CO_2, O_2 i N_2 innych składników niema. W danym razie nie zachodzi ten wypadek, należy więc wprowadzić poprawkę.

Ilość powietrza teoretycznie potrzebna do zupełnego spalenia jest:

$$L_t \simeq 3{,}34\ (^8/_3\ C + 8\ H_2 - Os) \simeq 2{,}14\ m^3/kg$$

[1]) Por. *Wykłady o gospodarce cieplnej*. Lwów 1923 r. str. 121. [2]) Oxalsäure $C_2\ H_2\ O_4$. [3]) Por. „Die Wärme“ Nr. 24. Rok 1930. Str. 431. [4]) Skład chemiczny węgla brunatnego, patrz E. Lenhart, Dampfkesselfeuerungen für Braunkohle, 928, str. 12.

	C %	H_2 %	$Os + N_2$ %	S %	Woda %	Popiół %	Wart. opał. dolna Wu
Węgiel brunatny czeski	46—56	3,5—5	9—16	0,2—3	18—32	2—10	4000—5400
„ „ środ. niem.	28—31	2—3	7—10	1—1,5	47—55	3—8	2000—2500
„ „ nadreński	24—28	1—3	8—14	0,2—1	56—64	0,8—2,5	1800—2200

Rzeczywista ilość powietrza użyta:

$$L = n\, Lt = 1{,}24 \times 2{,}14 = 2{,}65\ m^3/kg$$

Ilośc gazów suchych jest mniejsza o część tlenu, potrzebną do spalania wodoru, która się skrapla, o:

$$\frac{8\ H_2}{1{,}43} = \frac{8 \times 0{,}8}{100 \times 1{,}43} = 0{,}045\ m^3/kg$$

Ilość suchych gazów (bez metanu) z 1 *kg* węgla jest:

$$2{,}65 - 0{,}045 = 2{,}605\ m^3/kg$$

Do tego dochodzi objętość metanu:

$$\frac{0{,}048}{0{,}717} = 0{,}067\ m^3/kg$$

Całkowita objętość suchych gazów wraz z metanem:

$$2{,}605 + 0{,}067 = 2{,}672\ m^3/kg$$

Aparat Orsata wykaże więc ostatecznie:

$$CO_2 = 16 \cdot \frac{2{,}65}{2{,}672}\ \ 15{,}87\%$$

i

$$CO_2 + O_2 = 21{,}7\ \frac{2{,}65}{2{,}672} = 21{,}5\%$$

a zatem więcej niż 20,9%.

PRZEGLĄD KSIĄŻEK

Pr. Aleksander Rothert.

Organizacja Gospodarki Materjałowej w Przemyśle i Handlu.

Str. 84, cena zł. 4.50. Skład główny: Instytut Naukowej Organizacji, Warszawa, Mokotowska 51/53.

Aktualne zagadnienie prawidłowej organizacji gospodarki materjałowej doczekało się opracowania przez powołane pióro prof. Aleksandra Rotherta, jednego z wybitnych pionierów racjonalizacji przemysłu w Europie.

Prof. Rothert z właściwą sobie zwięzłością, podaje swe cenne doświadczenia na temat techniki gospodarki materjałowej, uwzględniając w poszczególnych działach kwestję właściwego sposobu zamówienia i odbioru materjałów. Dalej spotykamy uwagi autora w przedmiocie organizacji i czynności składu i znaczenia normalizacji dla gospodarki materjałowej. Osobny rozdział poświęcony jest trafnym uwagom o urządzeniu składów, przyczem doceniona jest rola wykazu części składowych.

Autor zwraca uwagę czytelnika na ważność postulatu szybkiego przebiegu materjałów, gdyż umożliwia to ograniczenie ich ilości, a przeto redukuje sumę unieruchomionego w materjałach kapitału.

Książka treściwa, zwięzła, pełna praktycznych wskazań, wypełnia lukę w naszem piśmiennictwie fachowem na temat organizacji gospodarki materjałowej w przemyśle i handlu.

Z ŻYCIA STOWARZYSZEŃ I ORGANIZACYJ TECHNICZNYCH

Komunikat Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

„Podkomisja smarów i oliwienia Polskiego Komitetu Normalizacyjnego uchwaliła projekt *„Normalnych metod badania produktów naftowych"*, który jest do przejrzenia dla osób zainteresowanych w biurze Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (Warszawa, Elektoralna 2, parter, w podwórzu) w godzinach 8—15, w soboty do 13.30.

Termin zgłaszania sprzeciwów do powyższego projektu 1 grudnia 1932 r.

TREŚĆ:

Pobieranie próbek
Pomiar temperatury

1. Badania fizyczne.

Ciężar właściwy
Punkt zapalności i palenia
Dystalacja normalna
Lepkość (wiskoza)
Punkt krzepnięcia
Punkt mięknienia i topliwości
Zabarwienie
Odporność na emulgowanie
Liczba Condradsona.

2. Badania chemiczne.

Zawartość wody
Zawartość stałych ciał obcych
Kwasowość
Liczba zmydlenia i zawartość tłuszczów
Zawartość asfaltów twartych
„ popiołu w przetworach ropnych
Liczba smołowa
„ zesmalania
Zawartosć siarki
„ parafiny
„ składników nierozpuszalnych, znajdujących się w pozostałościach i asfaltach
„ koksu oraz popiołu w pozostałościach i asfaltach
„ składników lotnych w koksie ponaftowym
„ popiołu i solo w koksie ponaftowym.

3. Załączniki.

1. Tabela termometrów
2. Normy pobierania prób koksu ponaftowego.

Wybitne wyróżnienie prof. Karola Adamieckiego przez Międzynarodowy Kongres Naukowej Organizacji.

W lipcu r. b., od 18 do 21, odbył się Międzynarodowy Kongres Naukowej Organizacji w Amsterdamie, który zgromadził około 1000 uczestników z 20 państw. przeważnie europejskich.

Kongres ten był piątym od czasu powstania po wojnie inicjatywy odbywania tych kongresów.

Rola naukowej organizacji tak szybko wzrasta, iż rozważanie jej zagadnień na terenie międzynarodo-

wym wzbudza znaczne zainteresowanie, a dziś wobec kryzysu tembardziej, gdyż w społeczeństwie nie jest dostatecznie wyjaśniony stosunek naukowej organizacji do przeżywanego kryzysu i bezrobocia. W tej mierze istnieje wielka rozbieżność poglądów, jedni uważają naukową organizację za czynnik poprawy, inni oskarżają ją o przyczynianie się do powstania kryzysu.

Jakkolwiek zagadnienie to nie znajdowało się na programie zjazdu, ułożonym przed trzema laty, gdy kryzysu jeszcze nie było, to jednak zarówno z przemówień przy otwarciu zjazdu, jak i z obrad jego można wyciągnąć wniosek, iż naukowa organizacja, jako najskuteczniejsza metoda usuwania marnotrawstwa i obniżania kosztów produkcji, jest poza wszelką wątpliwością czynnikiem dobroczynnym poprawy zarówno podczas prosperacji, jak i podczas kryzysu. Jeżeli gdziekolwiek w życiu gospodarczem niema należytej równowagi i następują załamania niepożądane,— to raczej jest to winą niezastosowania metody naukowej organizacji w wielu jeszcze dziedzinach, niż z powodu jej stosowania. Zjazd nie powziął żadnych rezolucyj ogólnych, ani uchwał, gdyż te nie były jego celem. Głównym celem zjazdów naukowej organizacji jest pogłębienie wymiany myśli i doświadczeń drogą bezpośredniej dyskusji pomiędzy kompetentnemi i zainteresowanemi czynnikami. Już wydanie materjałów zgłoszonych na zjazd w formie 123 referatów stanowi znaczny dorobek, z którego szeroką ręką czerpać można wskazówki oparte na doświadczeniu znawców przedmiotu.

Jedyną decyzją Kongresu było wręczenie na uroczystem zebraniu najwyższej odznaki *„Plaque d'Or"* profesorowi Politechniki Warszawskiej i Dyrektorowi Instytutu Naukowej Organizacji w Warszawie Karolowi Adamieckiemu za prace jego od lat 30 na polu naukowej organizacji i za wybitne zasługi przez opracowanie metody harmonizacji, będącej obecnie wraz z metodą Taylora podstawą nauki organizacji. Dotychczas odznakę taką otrzymał jedynie profesor i uczony francuski Le Chatelier na IV kongresie w Paryżu.

SPRAWOZDANIE

z działalności Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsce za okres 1927 — 1931.

Z okazji Walnego Zgromadzenia Stowarzyszenia dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali w Polsca, które odbyło się w gmachu Stow. Techników w Warszawie w dn. 22 kwietnia r. b. Stowarzyszenie to ogłosiło drukiem sprawozdanie z 4-letniej działalności, w formie broszury obejmującej 60 stron druku.

Na wstępie przedstawiono genezę Stowarzyszenia, jego cele i zadania oraz podano skład Zarządu i Kierownictwa.

Samo sprawozdanie z działalności Stowarzyszenia obejmuje 7 rozdziałów, a mianowicie: 1) szkolnictwo, 2) działalność wydawniczą (czasopismo, książki, pomoce naukowe), 3) działalność odczytową, 4) współpracę z pokrewnemi instytucjami w kraju i zagranicą, 5) prace laboratoryjne, 6) prace nad prawodawstwem i 7) służbę informacyjną i doradczą.

W dziale szkolnictwa statystyka wykazuje 83 kursy spawania i cięcia przy udziale 2283 uczestników w czem 40 instruktorów szkół państwowych zawodowych, 245 inżynierów i techników i 1998 spawaczy. Szkoły Stowarzyszenia są wyposażone w liczne pomoce naukowe, jak filmy, tablice, przyrządy i t.p.

Czasopismo „Spawanie i Cięcie Metali", które wychodzi od 1928 roku, stale daje przegląd wybitniejszych zastosowań spawania w przemyśle w Polsce i zagranicą, szerząc wiedzę o spawaniu w najodleglejszych zakątkach kraju.

Pozatem wydano następujące książki i podręczniki:

1) Dr. Alfred Sznerr i inż. Zygmunt Dobrowolski „Podręcznik Spawania i Cięcia Metali przy pomocy płomienia acetylenowo - tlenowego". Tom I — Materjały i urządzenia. Tom II — Technika spawania.
2) Inż. Józef Biernacki i inż. Konstanty Nadolski „Podręcznik Spawacza".
3) Inż. Piotr Tułacz „Spawanie i Cięcie Metali".

Działalność odczytowa za rok 1931 wyraziła się w 24 odczytach, wygłoszonych przez prelegentów Stowarzyszenia na terenie ugrupowań technicznych całej Polski. Stowarzyszenie współpracuje również z pokrewnemi instytucjami innych krajów i organizacjami międzynarodowemi. Przedstawiciele Stowarzyszenia zasiadają w Międzynarodowej Komisji Acetylenu i Spawania w Paryżu i biorą udział w kongresach międzynarodowych, przyczyniając się tem samem do propagandy Polski na terenie obcym.

Pomimo skromnych funduszów Stowarzyszenie przy współudziale swych członków wykonało szereg prac doświadczalnych, a mianowicie: opracowanie testów do badań psychotechnicznych spawaczy (pierwsze prace tego rodzaju w świecie), badania wytrzymałościowe belek spawanych, próby nadlewania zużytych końców szyn i inne. Prace te były ogłoszone w miesięczniku *Spawanie i Cięcie Metali.*

W dziale ustawodawstwa przemysłowego i normalizacji Stowarzyszenia bierze czynny udział w pracach Komitetu Normalizacyjnego przy Min. Przemysłu i Handlu.

Stowarzyszenie udziela wszelkiego rodzaju informacyj i porad fachowych naszemu przemysłowi, który tem łatwiej może korzystać z usług Stowarzyszenia, że porady te udziela Stowarzyszenie przeważnie bezpłatnie.

Jak wykazuje sprawozdanie finansowe, Stowarzyszenie utrzymuje się wyłącznie z subsydjów przemysłu i składek członkowskich, które w rachunku strat z zysków figurują w sumie zł. 58,015,76,— główniejsze wydatki stanowią koszta handlowe zł. 45,544,91.— Kursy zł. 4,249,05,—czasopismo zł. 8,637,05, — i wydawnictwa zł. 4,147,21,—.

Bilans za rok 1931 zamknięto sumą zł. 36.334,55,— wykazując zysk zł. 1,076,64,—.

Powyższe sprawozdanie wykazuje, iż pomimo ciężkiego kryzysu w kraju działalność Stowarzyszenia rozwija się bardzo pomyślnie.